

**Verordnung
zu Systemdienstleistungen durch Windenergieanlagen
(Systemdienstleistungsverordnung – SDLWindV)**

Vom 3. Juli 2009

Auf Grund des § 64 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074) verordnet die Bundesregierung:

Teil 1

Allgemeine Vorschriften

§ 1

Anwendungsbereich

Diese Verordnung regelt

1. die technischen und betrieblichen Vorgaben nach § 6 Nummer 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes,
2. die Anforderungen an den Systemdienstleistungs-Bonus nach § 29 Absatz 2 Satz 4 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und wie der Nachweis zu führen ist, sowie
3. die Anforderungen an den Systemdienstleistungs-Bonus nach § 66 Absatz 1 Nummer 6 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und wie der Nachweis zu führen ist.

Teil 2

Neue Windenergieanlagen

§ 2

**Anschluss
an das Mittelspannungsnetz**

(1) Betreiberinnen und Betreiber von Windenergieanlagen nach § 29 Absatz 2 Satz 4 und § 30 Satz 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, die nach dem 30. Juni 2010 an das Mittelspannungsnetz angeschlossen werden, müssen am Netzverknüpfungspunkt einzeln oder gemeinsam mit anderen Anlagen oder durch zusätzliche technische oder betriebliche Einrichtungen die Anforderungen der technischen Richtlinie des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“, Ausgabe Juni 2008 (Mittelspannungsrichtlinie 2008) (BAnz. Nr. 67a vom 6. Mai 2009) erfüllen, soweit in dieser Verordnung nichts Abweichendes geregelt ist.

(2) Abschnitt 2.5.1.2 der Mittelspannungsrichtlinie 2008 gilt mit der Maßgabe, dass während eines Netzfehlers die Netzspannung durch Einspeisung eines Blindstroms in das Netz gemäß Nummer II.12.d und Nummer II.12.e der Anlage 1 sichergestellt werden muss.

§ 3

**Anschluss
an das Hoch- und Höchstspannungsnetz**

Betreiberinnen und Betreiber von Windenergieanlagen nach § 29 Absatz 2 Satz 4 und § 30 Satz 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, die nach dem 30. Juni 2010 an das Hoch- und Höchstspannungsnetz angeschlossen werden, müssen am Netzverknüpfungspunkt einzeln oder gemeinsam mit anderen Anlagen oder durch zusätzliche technische oder betriebliche Einrichtungen die Anforderungen des „TransmissionCodes 2007 – Netz- und Systemregeln der deutschen Übertragungsnetzbetreiber“, Ausgabe Version 1.1 August 2007 (TransmissionCode 2007) (BAnz. Nr. 67a vom 6. Mai 2009) nach Maßgabe der Anlage 1 erfüllen.

§ 4

**Anschluss verschiedener
Anlagen an einem Netzverknüpfungspunkt**

Der Anspruch auf den Systemdienstleistungs-Bonus nach § 29 Absatz 2 Satz 4 und § 30 Satz 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes besteht auch dann, wenn mehrere Windenergieanlagen an einen Netzverknüpfungspunkt angeschlossen werden, von denen mindestens eine bis zum 30. Juni 2010 in Betrieb genommen wurde, und die Anforderungen nach § 2 oder § 3 mit Maßgabe der folgenden Anforderungen erfüllt werden:

1. die Anforderungen an die verfügbare Blindleistungsbereitstellung auch nach Maßgabe der Anlage 2 und
2. die Anforderungen an die Blindstrombereitstellung zur dynamischen Netzstützung nach Maßgabe des TransmissionCodes 2007 auch an der Unterspannungsseite des Maschinentransformators oder einem in der Wirkung vergleichbaren Bezugspunkt.

Teil 3

Alte Windenergieanlagen

§ 5

**Voraussetzungen
für den Systemdienstleistungs-Bonus**

Betreiberinnen und Betreiber derjenigen Windenergieanlagen, die nach dem 31. Dezember 2001 und vor dem 1. Januar 2009 in Betrieb genommen worden sind, haben Anspruch auf den Systemdienstleistungs-Bonus nach § 66 Absatz 1 Nummer 6 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, wenn sie nach dem 11. Juli 2009 und vor dem 1. Januar 2011 erstmals die in Anlage 3 festgelegten Anforderungen am Netzverknüpfungspunkt oder an einem anderen zwischen Netzverknüpfungspunkt

fungspunkt und Windenergieanlage gelegenen Punkt erfüllen.

Teil 4 Nachweis und Schlussbestimmungen

§ 6

Zertifikate, Sachverständigengutachten und Prototypen

(1) Der Nachweis, dass die Voraussetzungen der §§ 2 bis 4 in Verbindung mit den Anlagen 1 und 2 am Netzverknüpfungspunkt eingehalten werden, ist durch die Vorlage von Einheitenzertifikaten nach dem Verfahren des Kapitels 6.1 der Mittelspannungsrichtlinie 2008 und durch das Gutachten einer oder eines Sachverständigen zu erbringen. Die Erstellung der Zertifikate und die Begutachtung müssen nach dem Stand der Technik durchgeführt werden. Zertifizierer müssen nach DIN EN 45011:1998*) akkreditiert sein.

(2) Der Nachweis, dass die Voraussetzungen des § 5 in Verbindung mit Anlage 3 am Netzverknüpfungspunkt eingehalten werden, kann durch Einheitenzertifikate und durch das Gutachten einer oder eines Sachverständigen erbracht werden. Absatz 1 Satz 2 und 3 gelten entsprechend.

(3) Ist eine Windenergieanlage ein Prototyp, so gelten die Anforderungen der §§ 2 bis 4 in Verbindung mit den Anlagen 1 und 2 in einem Zeitraum von zwei Jahren ab der Inbetriebnahme der Anlage für den Vergütungsanspruch nach § 16 Absatz 6 in Verbindung mit § 6 Nummer 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes als erfüllt. Abweichend von Absatz 1 muss für den Prototyp der Nachweis, dass die Voraussetzungen der §§ 2 bis 4 in Verbindung mit den Anlagen 1 und 2 am Netzverknüpfungspunkt eingehalten werden, binnen zwei Jahren nach der Inbetriebnahme erbracht werden. Wird der Nachweis nach Satz 2 erbracht, gelten die Anforderungen dieser Verordnung als seit der Inbetriebnahme der Anlage erfüllt. Prototypen sind die erste Windenergieanlage eines Typs, der wesentliche technische Weiterentwicklungen oder Neuerungen aufweist, und alle weiteren Windenergieanlagen dieses Typs, die innerhalb von zwei Jahren nach der Inbetriebnahme der ersten Windenergieanlage dieses Typs in Betrieb genommen

werden. Dass eine wesentliche technische Weiterentwicklung oder Neuerung vorliegt, muss durch einen Zertifizierer bestätigt werden.

§ 7

Mehrere Windenergieanlagen

Bei einem Anschluss mehrerer Windenergieanlagen an einen Netzverknüpfungspunkt gilt für die Zuordnung des Systemdienstleistungs-Bonus § 19 Absatz 3 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes entsprechend.

§ 8

Übergangsbestimmungen

(1) Betreiberinnen und Betreiber derjenigen Windenergieanlagen, die nach dem 31. Dezember 2008 und bis zum 30. Juni 2010 in Betrieb genommen werden, haben nur dann einen Anspruch auf den Systemdienstleistungs-Bonus nach § 29 Absatz 2 Satz 4 und § 30 Satz 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, wenn am Netzverknüpfungspunkt die Anforderungen nach den §§ 2 bis 4 in Verbindung mit Anlage 1 und 2 erfüllt werden. Sie können statt der Anforderungen in Anlage 1 Nummer II.12.d und Nummer II.12.e die Anforderungen von Abschnitt 3.3.13.5 Absatz 17 und 18 des TransmissionCodes 2007 erfüllen. An diese Betreiberinnen und Betreiber werden keine Anforderungen nach § 6 Nummer 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes gestellt. Erbringen Betreiberinnen und Betreiber von Windenergieanlagen nach Satz 1 den Nachweis nach § 6 Absatz 1 bis zum 31. Dezember 2010, gelten die Anforderungen als mit der Inbetriebnahme der Anlage erfüllt.

(2) Betreiberinnen und Betreiber derjenigen Windenergieanlagen, die nach dem 30. Juni 2010 und bis zum 30. Juni 2011 in Betrieb genommen werden, können statt der Anforderungen in Anlage 1 Nummer II.12.d und Nummer II.12.e die Anforderungen von Abschnitt 3.3.13.5 Absatz 17 und 18 des TransmissionCodes 2007 erfüllen.

§ 9

Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am Tag nach der Verkündung in Kraft.

Berlin, den 3. Juli 2009

Die Bundeskanzlerin
Dr. Angela Merkel

Der Bundesminister
für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Sigmar Gabriel

*) Zu beziehen bei der Beuth Verlag GmbH, Berlin, und beim Deutschen Patent- und Markenamt in München archiviert.

Anlage 1

- I. Der TransmissionCode 2007 muss am Netzverknüpfungspunkt mit folgenden Maßgaben eingehalten werden:
1. Die Wörter „Erzeugungseinheit“ und „Erzeugungseinheit mit regenerativen Energiequellen“ sind durch das Wort „*Windenergie-Erzeugungsanlage*“ zu ersetzen.
 2. Die Wörter „Energieerzeugungseinheiten“ und „EEG-Erzeugungseinheiten“ sind durch das Wort „*Windenergie-Erzeugungsanlagen*“ zu ersetzen.
 3. Die Wörter „des Generators“ sind durch die Wörter „der *Windenergie-Erzeugungseinheit*“ zu ersetzen.
 4. Die Wörter „Erzeugungseinheiten vom Typ 1“ sind durch die Wörter „*Windenergie-Erzeugungsanlagen*, die *Windenergie-Erzeugungseinheiten* vom Typ 1 enthalten,“ zu ersetzen.
 5. Die Wörter „Erzeugungseinheiten vom Typ 2“ sind durch die Wörter „*Windenergie-Erzeugungsanlagen*, die *Windenergie-Erzeugungseinheiten* vom Typ 2 enthalten,“ zu ersetzen.
 6. Das Wort „Netzanschlusspunkt“ ist durch das Wort „*Netzverknüpfungspunkt*“ zu ersetzen.
- II. Kapitel 3 des TransmissionCodes 2007 gilt mit folgenden Maßgaben:
1. In Abschnitt 3.3.6 werden in Bild 3.2 die Wörter „oberhalb der Kurve Anforderungen $P = P_n$ “ durch die Wörter „oberhalb der Kurve Anforderungen $P = P_{vb}$ “ ersetzt.
 2. Abschnitt 3.3.7.1 ist nicht anzuwenden.
 3. Vor dem Abschnitt 3.3.8.1 werden folgende Absätze eingefügt:
 - „(1) Die Blindleistung bezieht sich auf die Mitsystemkomponente der Strom-/Spannungs-Grundschiwingung gemäß IEC 61400-21 Ed. 2*) Annex C.
 - (2) Die Anforderung an die netzseitige Blindleistungsbereitstellung entspricht einer langsamen Blindleistungsregelung im Minutenbereich.“
 4. Abschnitt 3.3.8.1 wird wie folgt gefasst:

„3.3.8.1. Blindleistungsbereitstellung bei Nennwirkleistung

 - (1) Jede anzuschließende neue *Windenergie-Erzeugungsanlage* muss im *Nennbetriebspunkt* ($P_{mom} = P_{bb\ inst}$) die Anforderungen am *Netzverknüpfungspunkt* nach einer Variante von Bild 3.3 (3.3a, 3.3b oder 3.3c) erfüllen.
 - (2) Der Übertragungsnetzbetreiber wählt auf Grund der jeweiligen Netzanforderungen eine der möglichen Varianten aus. Der vereinbarte Blindleistungsbereich muss innerhalb von maximal vier Minuten vollständig durchfahren werden können und ist im Betriebspunkt $P_{mom} = P_{bb\ inst}$ zu erbringen. Änderungen der Blindleistungsvorgaben innerhalb des vereinbarten Blindleistungsbereiches müssen jederzeit möglich sein.
 - (3) Der Netzbetreiber muss sich zum Zeitpunkt des Netzanschlusses der *Windenergie-Erzeugungsanlage* auf Grund der jeweiligen Netzanforderungen auf eine der drei Varianten nach den Bildern 3.3a bis 3.3c festlegen. Falls der Netzbetreiber zu einem späteren Zeitpunkt eine andere als die vereinbarte Variante fordert, bleibt der Anspruch auf den Systemdienstleistungs-Bonus davon unberührt.

*) Amtlicher Hinweis: Zu beziehen bei IEC International Electrotechnical Commission, ISBN 2-8318-9938-9, www.iec.ch.

Bild 3.3a: Mindestanforderung an die netzseitige Blindleistungsbereitstellung von Windenergie-Erzeugungsanlagen für das Netz (Variante 1)

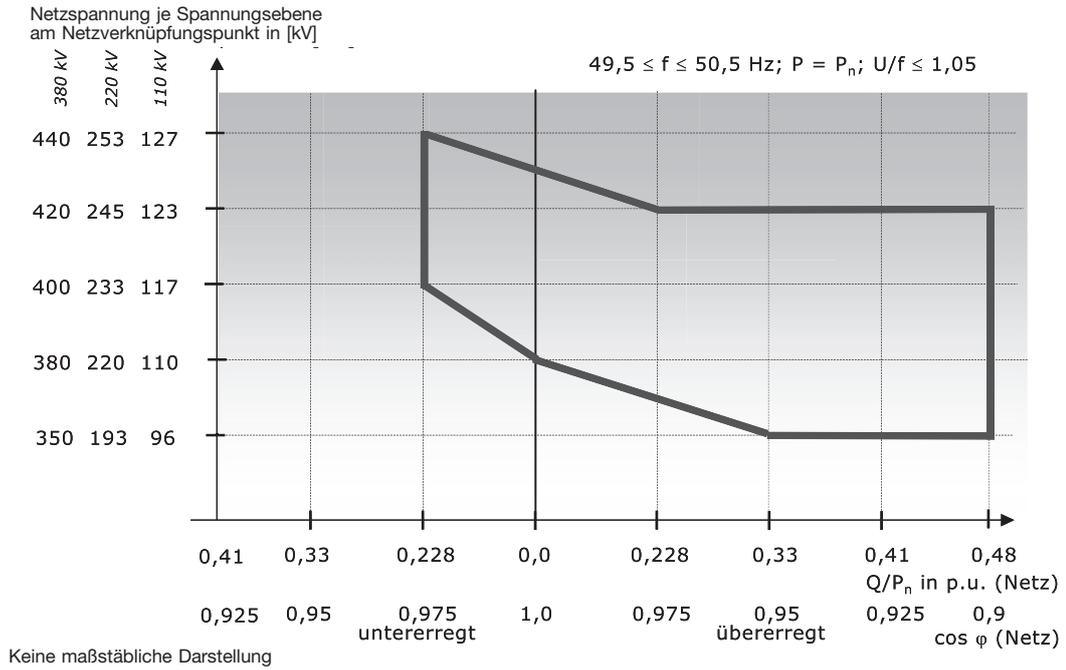


Bild 3.3b: Mindestanforderung an die netzseitige Blindleistungsbereitstellung von Windenergie-Erzeugungsanlagen für das Netz (Variante 2)

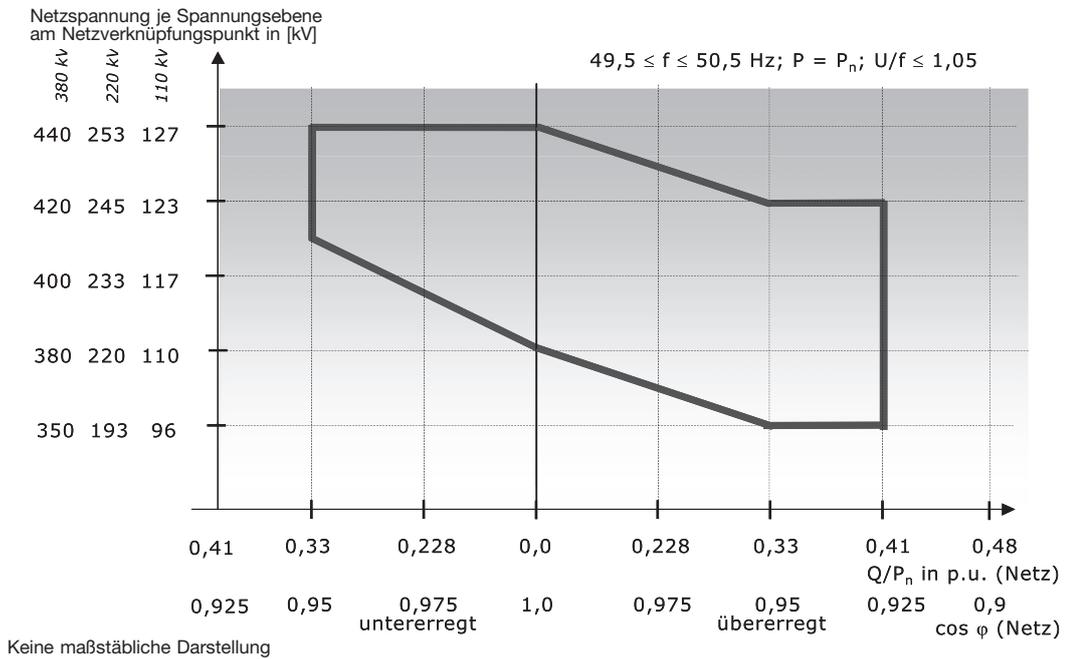
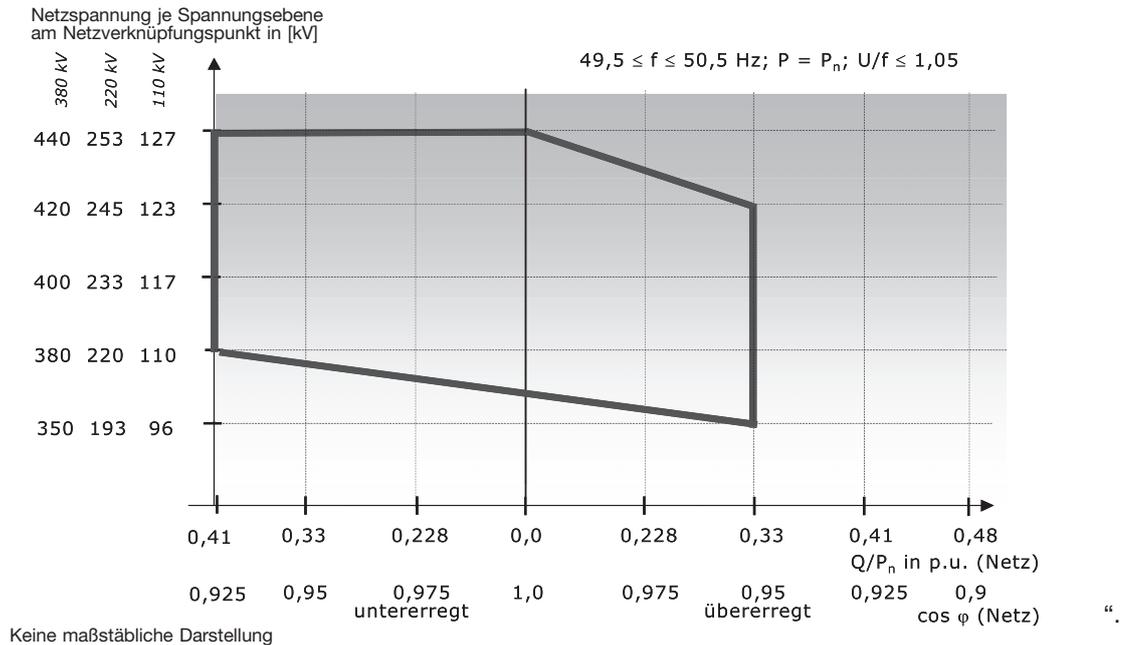


Bild 3.3c: Mindestanforderung an die netzseitige Blindleistungsbereitstellung von Windenergie-Erzeugungsanlagen für das Netz (Variante 3)

5. Abschnitt 3.3.8.2 wird wie folgt gefasst:

„Abschnitt 3.3.8.2. Blindleistungsbereitstellung im Teillastbetrieb

(1) Neben den Anforderungen für die Blindleistungsbereitstellung im *Nennbetriebspunkt der Windenergie-Erzeugungsanlage* ($P_{mom} = P_{bb\ inst}$) bestehen auch Anforderungen an den Betrieb mit einer *Momentanen Wirkleistung* P_{mom} , die kleiner als die *Betriebsbereite installierte Wirkleistung* $P_{bb\ inst}$ ($P_{vb} < P_{bb\ inst}$) ist.

(2) Dabei muss die *Windenergie-Erzeugungsanlage* in jedem möglichen Arbeitspunkt gemäß *Leistungsdiagramm* betrieben werden können. Die Bilder 3.3d bis 3.3f zeigen die Mindestanforderung an die Blindleistungsbereitstellung im Teillastbetrieb ($0\% < P_{mom}/P_{bb\ inst} \leq 100\%$) am *Netzverknüpfungspunkt*. Die PQ-Diagramme sind den Bildern 3.3a bis 3.3c zugeordnet. In diesen Bildern sind jeweils der größte abzudeckende Blindleistungsbereich und das zugehörige Spannungsband angegeben. Die Abszisse gibt die zur Verfügung zu stellende *Blindleistung* Q_{vb} , bezogen auf den Betrag der *Betriebsbereiten installierten Wirkleistung* $P_{bb\ inst}$ in Prozent, an. Die Ordinate gibt die *Momentane Wirkleistung* P_{mom} (im *Verbraucherzählpeilsystem* negativ) bezogen auf den Betrag der *Betriebsbereiten installierten Wirkleistung* $P_{bb\ inst}$ in Prozent an.

(3) Jeder Punkt innerhalb der umrandeten Bereiche in den Bildern 3.3d, 3.3e oder 3.3f muss innerhalb von vier Minuten angefahren werden können. Die Anforderung dazu kann sich je nach der Situation im Netz ergeben und eine vorrangige Bereitstellung von Blindleistung vor der Wirkleistungsabgabe bedeuten. Die Fahrweise wird zwischen den Betreiberinnen und Betreibern der *Windenergie-Erzeugungsanlage* und dem Betreiber des Übertragungsnetzes abgestimmt.

Bild 3.3d: PQ-Diagramm der *Windenergie-Erzeugungsanlage* am Netzverknüpfungspunkt im Verbraucherzählpfeilsystem (VZS) für Bild 3.3a (Variante 1)

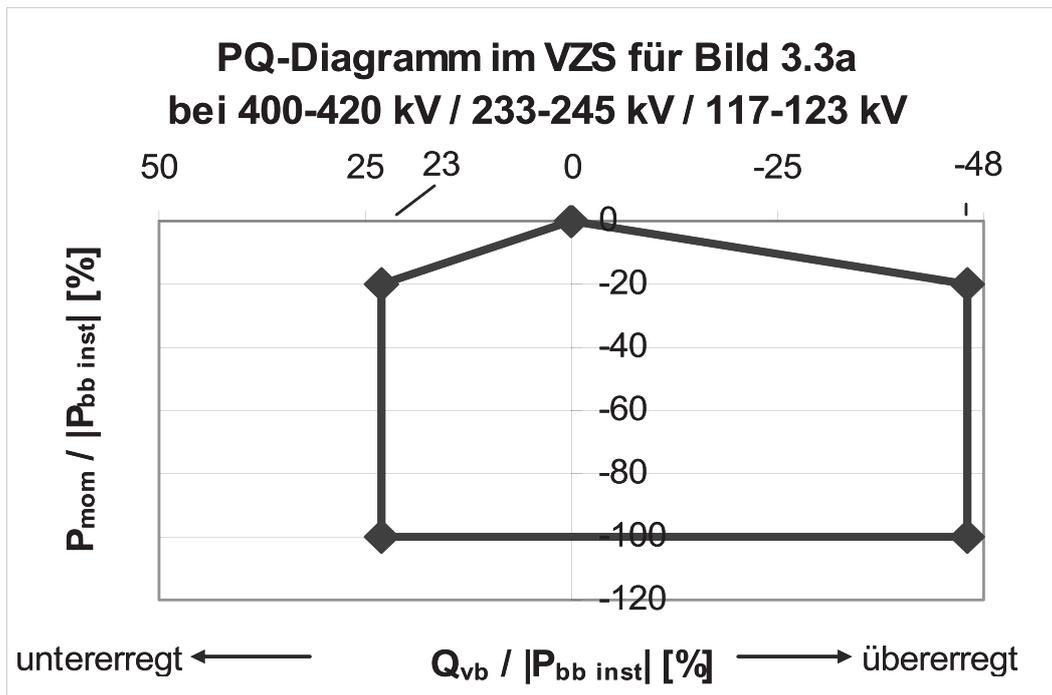


Bild 3.3e: PQ-Diagramm der *Windenergie-Erzeugungsanlage* am Netzverknüpfungspunkt im Verbraucherzählpfeilsystem (VZS) für Bild 3.3b (Variante 2)

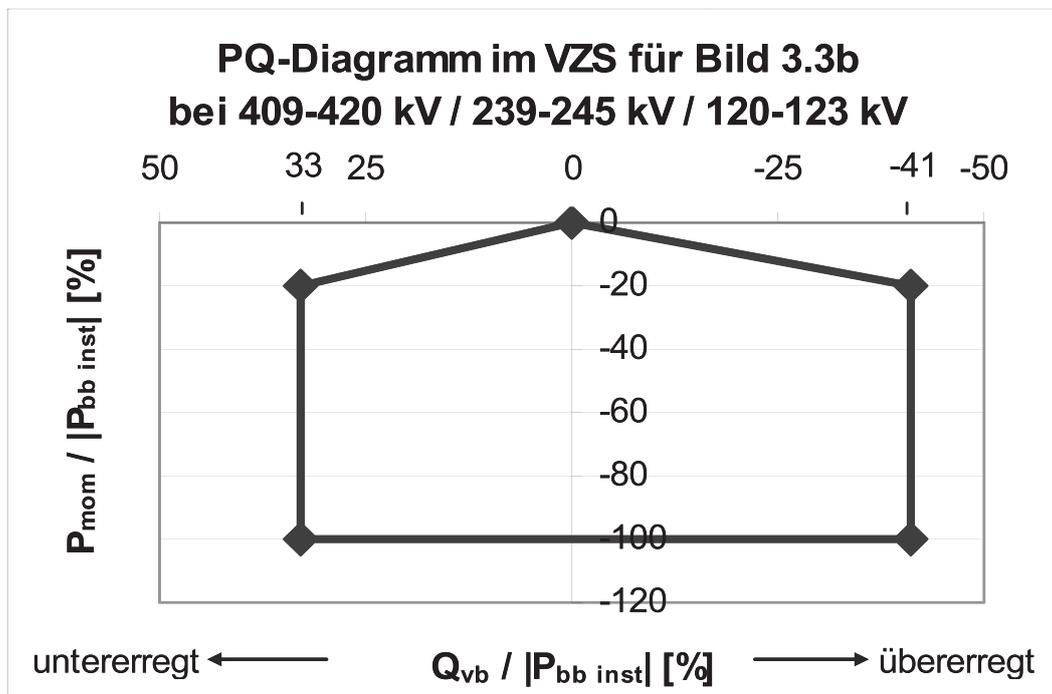
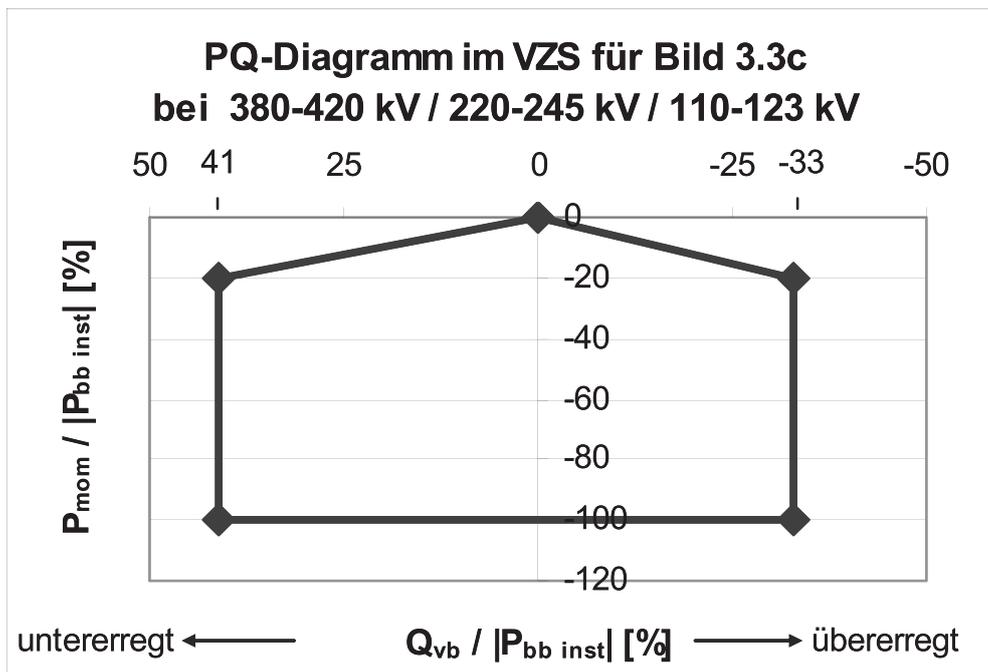


Bild 3.3f: PQ-Diagramm der Windenergie-Erzeugungsanlage am Netzverknüpfungspunkt im Verbraucherzählpfeilsystem (VZS) für Bild 3.3c (Variante 3)



6. Abschnitt 3.3.9 wird wie folgt gefasst:

„3.3.9 Überspannungskonzept der Maschinentransformatoren

(1) Das Überspannungskonzept des Maschinentransformators ist mit dem Übertragungsnetzbetreiber abzustimmen.“

7. Abschnitt 3.3.10 ist auf *Windenergie-Erzeugungsanlagen* nicht anzuwenden.

8. Abschnitt 3.3.12 gilt mit folgenden Maßgaben:

a. Absatz 1 ist auf *Windenergie-Erzeugungsanlagen* nicht anzuwenden.

b. Abschnitt 3.3.12.1 gilt mit der Maßgabe, dass die Vorschrift für symmetrische und unsymmetrische (1,2- und 3-polige) Netzkurzschlüsse anwendbar ist und dass die Wirkstromeinspeisung während des Fehlers zugunsten der Blindstromeinspeisung sowie zur Sicherung der Stabilität der *Windenergie-Erzeugungseinheiten* abgesenkt werden muss.

c. Abschnitt 3.3.12.2 gilt nur für *Windenergie-Erzeugungsanlagen*, die *Windenergie-Erzeugungseinheiten* vom Typ 1 enthalten.

9. Abschnitt 3.3.13.1 ist auf *Windenergie-Erzeugungsanlagen* nicht anzuwenden.

10. Abschnitt 3.3.13.3 gilt mit folgenden Maßgaben:

a. In Bild 3.4 entsprechen die Wörter „ P_m Momentane verfügbare Leistung“ den Wörtern „*Momentane Wirkleistung* P_{mom} ohne Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz“.

b. In Absatz 3 wird der Satz „Diese Regelung wird dezentral (an jedem einzelnen Generator) ausgeführt“ gestrichen.

c. Absatz 4 wird durch die folgenden Absätze 4 und 5 ersetzt:

„(4) Die Regelung nach Bild 3.4 und die Regelung zur Wiederkehr von Wirkleistung nach Rückkehr der Frequenz auf einen Wert $f \leq 50,05$ Hz können im *ungestörten Betrieb* wahlweise dezentral oder zentral ausgeführt werden. Für den Fall von Störungen innerhalb der übergeordneten Regelung der *Windenergie-Erzeugungsanlage* sind bei Überfrequenz geeignete Maßnahmen zur Wirkleistungsreduktion von *Windenergie-Erzeugungseinheiten* dezentral bereitzuhalten.

(5) Auf Anforderung des Netzbetreibers (zum Beispiel per Funkrundsteuerung oder Ähnlichem) ist die Funktion zum automatischen Wiederankoppeln an das Netz zu blockieren.“

11. Abschnitt 3.3.13.4 gilt mit folgenden Maßgaben:

a. Die Vorgaben gelten für alle *Windenergie-Erzeugungsanlagen*.

b. Die Blindleistungsabgabe muss innerhalb von vier Minuten dem vom Netzbetreiber vorgegebenen Sollwert entsprechen.

c. Im Fall einer Online-Sollwertvorgabe sind die jeweils neuen Vorgaben für den Arbeitspunkt des Blindleistungsaustausches spätestens nach vier Minuten am *Netzverknüpfungspunkt* zu realisieren.

12. Der Abschnitt 3.3.13.5 gilt mit folgenden Maßgaben:

a. Vor Absatz 1 werden folgende Absätze eingefügt:

„(i) Die Blindleistung bezieht sich auf die Mitsystemkomponente der Strom-/Spannungs-Grundschwingung gemäß IEC 61400-21 Ed. 2*) Annex C.

(ii) Die Mindestanforderung entspricht der Erfüllung der nach den Absätzen 2, 7, 8, 11 und 17 festgelegten Anforderungen an der Unterspannungsseite des Maschinentransformators.

(iii) Es ist zulässig, diese Anforderungen unter Verwendung eines anderen Bezugspunkts (zum Beispiel der Oberspannungsseite des Maschinentransformators) zu erfüllen, wenn das gleiche Betriebsverhalten am *Netzanschlusspunkt* nachgewiesen wird.“

b. Absatz 8 wird Absatz 8a. Nach Absatz 8a wird folgender Absatz 8b eingefügt:

„(8b) Die Bildunterschrift zu Bild 3.1, nach der Spannungsgradienten von kleiner/gleich 5 Prozent pro Minute innerhalb der im Bild 3.1 angegebenen Spannungsbänder zulässig sind und nicht zur Trennung der *Windenergie-Erzeugungsanlagen* führen dürfen, gilt auch hier.“

c. Absatz 13 wird wie folgt gefasst:

„(13) Einpolige, zweipolige und dreipolige Kurzschlüsse (jeweils mit und ohne Erdberührung) oder störungsbedingte symmetrische und unsymmetrische Spannungseinbrüche dürfen oberhalb der Grenzlinie 1 in Bild 3.5 nicht zur Instabilität der *Windenergie-Erzeugungsanlage* oder zu ihrer Trennung vom Netz führen. Der Spannungswert bezieht sich, wie in Bild 3.5 dargestellt, auf den größten Wert der drei verketteten Netzspannungen.“

d. Absatz 17 wird wie folgt gefasst:

„(17) Spannungsstützung bei Netzfehlern durch Blindstromeinspeisung

a) Geltungsbereich

i. Bei einem Verlauf des größten Wertes der drei verketteten Netzspannungen oberhalb der Grenzlinie 1 in Bild 3.5 müssen von allen *Windenergie-Erzeugungseinheiten* die Anforderungen an die Spannungsstützung bei Netzfehlern durch Blindstromeinspeisung nach den folgenden Buchstaben b und c erbracht werden.

ii. Bei einem Verlauf des größten Wertes der drei verketteten Netzspannungen unterhalb der Grenzlinie 1 und oberhalb der Grenzlinie 2 in Bild 3.5 darf von den Anforderungen an die Spannungsstützung bei Netzfehlern nach den folgenden Buchstaben b und c in folgender Weise abgewichen werden:

- Die folgenden Anforderungen an die Spannungsstützung bei Netzfehlern durch Blindstromeinspeisung müssen nur so weit erfüllt werden, wie es das Netzanschlusskonzept der *Windenergie-Erzeugungseinheit* ermöglicht.
- Sollte beim Durchfahren des Fehlers die einzelne *Windenergie-Erzeugungseinheit* instabil werden oder der Generatorschutz ansprechen, ist in Abstimmung mit dem jeweiligen Netzbetreiber eine kurzzeitige Trennung der *Windenergie-Erzeugungsanlage* (KTE) vom Netz erlaubt.

iii. Bei einem Verlauf des größten Wertes der drei verketteten Netzspannungen unterhalb der Grenzlinie 2 in Bild 3.5 ist eine KTE vom Netz immer erlaubt. Die Anforderungen nach den folgenden Buchstaben b und c an die Spannungsstützung bei Netzfehlern durch Blindstromeinspeisung müssen nur so weit erfüllt werden, wie es das Netzanschlusskonzept der *Windenergie-Erzeugungseinheit* ermöglicht.

b) Grundsätzliches Verhalten:

i. Bei Auftreten einer *Signifikanten Spannungsabweichung* müssen die *Windenergie-Erzeugungseinheiten* die Spannung durch Anpassung (Erhöhung oder Absenkung) des *Blindstroms* I_B stützen.

ii. Die *Blindstromabweichung* (ΔI_B) der *Windenergie-Erzeugungseinheit* muss dabei proportional zur *Relevanten Spannungsabweichung* ΔU_r ($\Delta I_B / I_N = K \cdot \Delta U_r / U_N$) sein und in dem Bereich (definiert durch $0 \leq K \leq 10$) liegen, der in Bild 3.6 gezeigt wird.

iii. Die Konstante K muss zwischen 0 und 10 einstellbar sein.

iv. Die Schwankungsbreite des eingespeisten Blindstroms, der sich aus der eingestellten Blindstrom-Spannungsscharakteristik ergibt, muss zwischen -10 Prozent und +20 Prozent des Nennstroms liegen.

v. An die Höhe des *Blindstroms* I_B werden folgende Anforderungen gestellt:

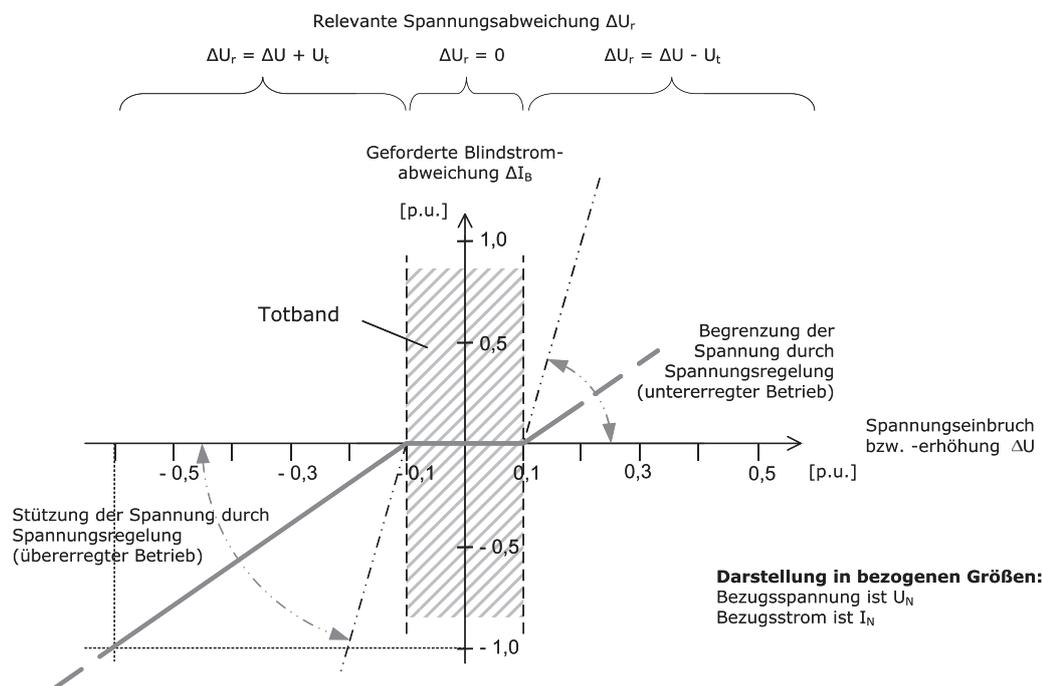
a. 3-polige Fehler: *Windenergie-Erzeugungseinheiten* müssen technisch in der Lage sein, einen *Blindstrom* I_B von mindestens 100 Prozent des Nennstroms einzuspeisen.

b. 1,2-polige Fehler: *Windenergie-Erzeugungseinheiten* müssen technisch in der Lage sein, einen *Blindstrom* I_B von mindestens 40 Prozent des Nennstroms einzuspeisen. Die Einspeisung des Blindstroms darf die Anforderungen an das Durchfahren von Netzfehlern nicht gefährden.

*) Amtlicher Hinweis: Zu beziehen bei IEC International Electrotechnical Commission, ISBN 2-8318-9938-9, www.iec.ch.

- vi. Während *Signifikanter Spannungsabweichungen* U_s kann der *Wirkstrom* I_W zugunsten der Blindstromeinspeisung und zur Sicherung der Anlagenstabilität ausreichend abgesenkt werden.
- c) Zeitverlauf:
- Das dynamische Verhalten der Blindstromstützung wird durch die *Sprungantwort des Blindstroms* charakterisiert, wie sie näherungsweise infolge von Netzkurzschlüssen auftreten kann.
 - Im Fall einer *Signifikanten Spannungsabweichung* muss die *Sprungantwort des Blindstroms* folgende Werte einhalten:
 - Anschwingzeit*: 30 ms
 - Einschwingzeit*: 60 ms
 - Bei stetigem Spannungsverlauf darf der Blindstrom keine Unstetigkeiten aufweisen, die nicht durch die Blindstrom-Spannungscharakteristik nach Bild 3.6 vorgesehen sind und die die Netzqualität in negativer Weise beeinflussen können. Dies gilt insbesondere auch für den Übergang zwischen dem Betrieb bei *Spannungsabweichungen* ΔU innerhalb des *Spannungstotbands* U_t und dem Betrieb bei *Signifikanter Spannungsabweichung* U_s .

Bild 3.6: Prinzip der Spannungsstützung bei Netzfehlern bei Windenergie-Erzeugungseinheiten



- Absatz 18 ist nicht anzuwenden.
 - Absatz 19 ist nicht anzuwenden.
 - Absatz 20 wird wie folgt gefasst:

„Bei Entfernungen zwischen den *Windenergie-Erzeugungseinheiten* der *Windenergie-Erzeugungsanlage* und dem *Netzverknüpfungspunkt*, die zu einer Unwirksamkeit der Spannungsregelung führen, kann der Netzbetreiber von den Betreiberinnen und Betreibern der *Windenergie-Erzeugungsanlage* fordern, dass der Spannungseinbruch am *Netzverknüpfungspunkt* gemessen und die Spannung an demselben Punkt abhängig von diesem Messwert geregelt wird. Die *Windenergie-Erzeugungseinheiten* müssen daher in der Lage sein, statt der Spannung an der Unterspannungsseite des Maschinentransformators eine Bezugsspannung zu verwenden, die außerhalb der *Windenergie-Erzeugungseinheit* liegt. Diese kann messtechnisch oder in geeigneter Weise in Abstimmung mit dem Netzbetreiber rechnerisch ermittelt werden.“
 - Abschnitt 3.3.13.6 ist nicht anzuwenden.
 - Abschnitt 3.3.13.7 ist nicht anzuwenden.
- III. An Kapitel 9.2 werden folgende Definitionen angefügt:
- „1. „*Anschwingzeit*“ ist die charakteristische Größe der Sprungantwort. Es handelt sich um die Zeit zwischen sprunghaftem Eintritt einer *Signifikanten Spannungsabweichung* U_s und erstmaligem Erreichen des Toleranzbandes um den *Stationären Endwert des Blindstroms* I_B . Die *Anschwingzeit* umfasst die Zeit des Erkennens einer *Signifikanten Spannungsabweichung* sowie die Anregelzeit der Blindstrom-Regelung.
 - „2. „*Betriebsbereite installierte Wirkleistung* $P_{bb\ inst}$ “, auch als „*Nennwirkleistung*“ bezeichnet, ist die Summe der Nennwirkleistungen der betriebsbereiten *Windenergie-Erzeugungseinheiten* innerhalb einer *Windenergie-*

gie-Erzeugungsanlage. Ausgenommen sind *Windenergie-Erzeugungseinheiten*, die sich in Revision befinden oder defekt sind.

3. „*Blindstrom* I_B “ ist der gesamte Blindstrom, der aus den Mitsystemkomponenten (Indizierung mit „1“) des Grundschwingungsanteils von Strom und Spannung auf der Niederspannungsseite des Maschinentransformators ermittelt wird: $I_B = \frac{Q1}{\sqrt{3} \cdot U1}$ mit $Q1 = \text{Im}\{U1 \cdot I1^*\}$; unterstrichen: komplexe Größe; „*“: konjugiert komplexe Größe.
4. „*Blindstromabweichung* ΔI_B “ ist die Abweichung des *Blindstroms* I_B vom 1-Minuten-Mittelwert.
5. „*Einschwingzeit*“ ist die charakteristische Größe der Sprungantwort. Es handelt sich um die Zeit zwischen dem sprunghaften Eintritt einer *Signifikanten Spannungsabweichung* U_s bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Einschwingvorgänge so weit abgeklungen sind, dass der *Blindstrom* I_B im Toleranzband um den *Stationären Endwert* liegt und dort verbleibt.
6. „*Gestörter Betrieb*“ ist ein Betriebszustand der *Windenergie-Erzeugungsanlage*, bei dem ein oder mehrere ihrer Systeme nicht konzeptgemäß arbeiten.
7. „*Installierte Wirkleistung* P_{inst} “ ist die Summe der Nennwirkleistungen der *Windenergie-Erzeugungseinheiten* innerhalb einer *Windenergie-Erzeugungsanlage*.
8. „*Leistungsdiagramm*“ ist das Wirkleistungs-Blindleistungs-Diagramm (PQ-Diagramm) der *Windenergie-Erzeugungsanlage* am *Netzverknüpfungspunkt*.
9. „*Momentane Blindleistung* Q_{mom} “ ist der momentane Wert der Blindleistung einer *Windenergie-Erzeugungsanlage* am *Netzverknüpfungspunkt* im *Verbraucherzählpfeilsystem*.
10. „*Momentane Wirkleistung* P_{mom} “ ist der momentane Wert der am *Netzverknüpfungspunkt* eingespeisten Wirkleistung.
11. „*Nennbetriebspunkt einer Windenergie-Erzeugungsanlage*“ ist der Betrieb einer *Windenergie-Erzeugungsanlage* unter Abgabe von *Betriebsbereiter installierter Wirkleistung* $P_{bb inst}$ bei Nennspannung und Nennfrequenz im *Ungestörten Betrieb*.
12. „*Netzverknüpfungspunkt*“ ist der Netzpunkt, an dem die *Windenergie-Anschlussanlage* an das Netz des Netzbetreibers angeschlossen ist.
13. „*Relevante Spannungsabweichung* ΔU_r “ ist der Anteil der *Spannungsabweichung* ΔU , mit dem die *Spannung* $U1$ über die Grenzen des *Spannungstotbands* U_t hinaus abweicht. Innerhalb des *Spannungstotbands* U_t ist die *Relevante Spannungsabweichung* (ΔU_r) gleich null:
 - Wenn: $\Delta U > U_t$: $\Delta U_r = \Delta U - U_t$
 - Wenn: $\Delta U < -U_t$: $\Delta U_r = \Delta U + U_t$
 - Sonst: $\Delta U_r = 0$
14. „*Signifikante Spannungsabweichung* ΔU_s “ ist eine *Spannungsabweichung* ΔU mit einem Betrag, der größer als das *Spannungstotband* U_t ist.
15. „*Spannung* $U1$ “ ist die Spannung, die aus den Mitsystemkomponenten des Grundschwingungsanteils von Strom und Spannung auf der Niederspannungsseite des Maschinentransformators ermittelt wird.
16. „*Spannungsabweichung* ΔU “ ist die Abweichung der *Spannung* $U1$ vom 1-Minuten-Mittelwert. Eine Spannungsabweichung mit negativem Vorzeichen entspricht einem Spannungseinbruch. Eine Spannungsabweichung mit positivem Vorzeichen entspricht einer Spannungserhöhung.
17. „*Spannungstotband* U_t “ entspricht 10 % der Nennspannung, kann aber mit Einverständnis des Netzbetreibers, zum Beispiel bei Anwendung einer kontinuierlichen Spannungsregelung, auch reduziert beziehungsweise gleich null gesetzt werden.
18. „*Sprungantwort des Blindstroms* I_B “ ist der zeitliche Verlauf des *Blindstroms* I_B infolge einer sprunghaften Änderung der *Spannung* $U1$.
19. „*Stationärer Endwert*“ des *Blindstroms* I_B ist der Wert des *Blindstroms* I_B in Abhängigkeit der *Spannung* $U1$ im eingeschwungenen Zustand.
20. „*Statische Blindleistungskompensation*“ ist eine nicht rotierende Einrichtung, die als geregelte Blindleistungsquelle oder Blindleistungssenke eingesetzt werden kann.
21. „*Strom* $I1$ “ ist eine Mitsystemkomponente des Strangstroms an der Niederspannungsseite des Maschinentransformators.
22. „*Ungestörter Betrieb*“ ist ein Betriebszustand der *Windenergie-Erzeugungsanlage*, bei dem alle Systeme der *Windenergie-Erzeugungsanlage* konzeptgemäß arbeiten.
23. „*Verbraucherzählpfeilsystem* (VZS)“ ist ein einheitliches Zählpfeilsystem für Verbraucherinnen und Verbraucher sowie Erzeugerinnen und Erzeuger.
24. „*Verfügbare Blindleistung* Q_{vb} “ ist der maximal mögliche Wert der Blindleistung, den eine *Windenergie-Erzeugungsanlage* am *Netzverknüpfungspunkt* sowohl übererregt als auch untererregt zur Verfügung stel-

len kann; sie ist abhängig vom Betriebspunkt (*Momentane Wirkleistung* P_{mom} und Spannung am *Netzverknüpfungspunkt*).

25. „*Verfügbare Wirkleistung* P_{vb} “ ist der maximal mögliche Wert der Wirkleistungseinspeisung der *Windenergie-Erzeugungsanlage* am *Netzanschlusspunkt*.
26. „*Windenergie-Anschlussanlage*“ ist die Gesamtheit aller Betriebsmittel, die erforderlich sind, um eine oder mehrere Einheiten zur Erzeugung elektrischer Energie aus Windenergie an das Netz eines Netzbetreibers anzuschließen.
27. „*Windenergie-Erzeugungsanlage*“ ist eine Anlage, in der sich eine oder mehrere Einheiten zur Erzeugung elektrischer Energie aus Windenergie (*Windenergie-Erzeugungseinheit*) befinden. Dies umfasst auch die Anschlussanlage und alle zum Betrieb erforderlichen elektrischen Einrichtungen. *Windenergie-Erzeugungsanlagen* sind Einheiten zur Erzeugung elektrischer Energie aus Windenergie. Diese können entweder einzeln oder über eine interne Windparkverkabelung verbunden an ein Netz angeschlossen werden. Eine *Windenergie-Erzeugungsanlage* kann aus unterschiedlichen Typen von *Windenergie-Erzeugungseinheiten* bestehen.
28. „*Windenergie-Erzeugungseinheit*“ ist eine einzelne Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie aus Windenergie. Eine *Windenergie-Erzeugungseinheit* vom Typ 1 liegt vor, wenn ein Synchrongenerator direkt mit dem Netz gekoppelt ist. Eine *Windenergie-Erzeugungseinheit* vom Typ 2 liegt vor, wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist.
29. „*Wirkstrom* I_w “ ist der gesamte Wirkstrom, der aus den Mitsystemkomponenten (Indizierung mit „1“) des Grundschwingungsanteils von Strom und Spannung ermittelt wird: $I_w = \frac{P1}{\sqrt{3} \cdot U1}$ mit $P1 = \text{Re}\{\underline{U1} \cdot \underline{I1}^*\}$;
unterstrichen: komplexe Größe; „*“: konjugiert komplexe Größe.“

Anlage 2

$\sum_i^{N_{neu}} P_{bb\ inst, i}$ mit N_{neu} = Anzahl aller neu errichteten oder repowerten *Windenergie-Erzeugungseinheiten* und der gesamten *Betriebsbereiten installierten Wirkleistung*.

$P_{bb\ inst} \sum_j^{N_{WEA}} P_{bb\ inst, j}$ mit N_{WEA} = Anzahl aller alten und neuen *Windenergie-Erzeugungseinheiten* in der erweiterten *Windenergie-Erzeugungsanlage*.

$Q_{vb, gefordert}$ ist die gemäß §§ 2 und 3 geforderte *Verfügbare Blindleistung* Q_{vb} , wenn eine *Windenergie-Erzeugungsanlage* ausschließlich aus neu errichteten oder repowerten *Windenergie-Erzeugungseinheiten* bestehen würde.

$Q_{vb, anteilig, NAP}$ ist die anteilig am *Netzverknüpfungspunkt* geforderte *Verfügbare Blindleistung* Q_{vb} , wenn eine erweiterte *Windenergie-Erzeugungsanlage* sowohl aus neu errichteten als auch aus alten *Windenergie-Erzeugungseinheiten* besteht:

$$Q_{vb, anteilig, NAP} = Q_{vb, gefordert} \frac{\sum_i^{N_{neu}} P_{bb\ inst, i}}{\sum_j^{N_{WEA}} P_{bb\ inst, j}}$$

Anlage 3

1. Die Definitionen der Anlage 1 Nummer III sind auch im Rahmen der Anlage 3 anzuwenden.
2. Symmetrische und unsymmetrische Fehler mit einem Spannungseinbruch oberhalb der Grenzlinie 1, die nach Bild 3.5 im Abschnitt 3.3.13.5 des TransmissionCodes 2007 (für Anlagen des Typs 2) beschrieben sind, müssen ohne Netztrennung durchfahren werden.
Der Blindleistungsbezug darf nicht zur Auslösung des Blindleistungs-Unterspannungsschutzes führen.
Nicht eingehalten werden muss die Anforderung im Abschnitt 3.3.13.5 Absatz 2 des TransmissionCodes 2007, dass von den Aus-Hilfskontakten der Leistungsschalter auf der Ober- oder der Unterspannungsseite des Netztransformators ein Abfahr- und Ausschaltbefehl auf alle einzelnen Generatoren der Anlage gegeben wird, so dass der Inselbetrieb spätestens nach drei Sekunden beendet ist.
3. Ein Blindleistungs-Unterspannungsschutz ($Q \rightarrow$ & $U <$) muss vorhanden sein. Seine Einstellwerte werden gemäß Mittelspannungsrichtlinie 2008 festgelegt.
4. Eine Trennung vom Netz bei Frequenzen zwischen 47,5 Hz und 51,0 Hz ist nicht erlaubt.
5. Bei einer *Verfügbaren Wirkleistung* P_{vb} von größer oder gleich der Hälfte der *Verfügbaren installierten Wirkleistung* ($P_{vb} \geq 50 \% P_{bb\ inst}$), bei einer Frequenz von mehr als 50,2 Hz und weniger als 51,0 Hz muss die *Momentane Wirkleistung* P_{mom} jeder einzelnen *Windenergie-Erzeugungseinheit* mit einem Gradienten von 40 % der *Verfügbaren Wirkleistung* P_{vb} der *Windenergie-Erzeugungseinheiten* je Hz abgesenkt werden können.
Zwischen 51,0 Hz und 51,5 Hz sind die Überfrequenzschutzeinrichtungen der einzelnen *Einheiten* einer *Windenergie-Erzeugungsanlage* unter Ausnutzung des ganzen Bereichs gestaffelt so einzustellen, dass bei einer Frequenz von 51,5 Hz alle *Windenergie-Erzeugungseinheiten* vom Netz getrennt worden sind.
6. Auf Anforderung des Netzbetreibers (zum Beispiel per Funkrundsteuerung oder Ähnlichem) ist die Funktion zum automatischen Wiederankoppeln an das Netz zu blockieren.
7. Die zu ändernden Einstellungen des Entkupplungsschutzes werden vom Netzbetreiber vorgegeben.